

Ilari Rautajuuri

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN MITOITUS  
Vesikiertoisen radiaattorilämmityksen suunnittelu MagiCadillä

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2016

## LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN MITOITUS

Vesikiertoisen radiaattorilämmityksen suunnittelu MagiCadilla

Rautajuuri, Ilari  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Kesäkuu 2016  
Ohjaaja: Heinonen, Jarkko  
Sivumäärä: 35  
Liitteitä: 1

Asiasanat: patterilämmitys, keskuslämmitys, mitoitus

---

Syy, miksi aloin tehdä tätä työtä, oli että Optiplaanilla suunnittelijat käyttivät toisistaan poikkeavia työmenetelmiä ja laskentaohjeita. Eri ohjeita oli jo olemassa, mutta tämän työn tavoitteena on yhtenäistää kaikki toimintatavat ja suunnittelumenetelmät yhdeksi kokonaiseksi selkeäkulkuiseksi ohjeeksi.

LVI-piirrosmerkinnät käsitellään pelkkänä symbolitaulukkona selityksineen, olettaen lukijan osaavan soveltaa merkintöjä käytännössä.

Käydään läpi kaikki vesikiertoisen keskuslämmityksen laitteet ja osakokonaisuudet, sekä selvennetään niiden sijainti toisiinsa nähden kaaviollisesti. Todetaan myös lämmön tuotannon, -jakelun ja -luovutuksen merkitys kokonaislämmöntuotannossa.

Suunnitellaan oikeassa järjestyksessä pienemmistä säädöksistä aina lain vaatimiin suurempiin ohjeistuksiin. Käytetään suunnittelun tukena kirjallisuutta, laitevalmistajatietoja ja ohjeita netistä. Lämmityksen ja rakennuksen lähtötiedot saadaan viranomaismääräyksistä ja energialaskennasta, rakennustekniikalta ja arkkitehdiltä.

Lasketaan lämpöteho MagiCad Room ohjelmalla, jolloin jokaiselle huoneelle saadaan oma lämmöntehon tarve. Piirretään MagiCad HPV:n avulla lämmitysjärjestelmän putkisto, varusteet ja laitteet sisältävä kokonaisuus. Tämän jälkeen mitoitetaan koko järjestelmä putkistoineen. Näin saamme yksilöidyt putkikoot ja laitteet tarkoilla dimensioilla. Tasapainotetaan putkisto. MagiCad valitsee putkikoot virtausnopeuden ja painehäviön perusteella ja optimoi vielä putkikokoja. Linjasäätöventtiilien esisäättöarvot ja kokotiedot saadaan myös tasapainotuksessa.

Haluan näyttää myös käsin laskettaessa tapahtuvan suunnittelun kulun, jota myös MagiCad noudattaa omassa laskentamallissaan. Tehtävien on edettävä numerojärjestyksessä oikean lopputuloksen saavuttamiseksi. Todetaan lämmitysjärjestelmän paisunta ja varolaitteiden tärkeä merkitys lämmitysjärjestelmän kokonaistoimivuuden kannalta. Arvioidaan suunnitteluprosessin haasteet, tiedonkeruu ja tarkastetaan lähtötietoarvojen oikeellisuus. Tarkastellaan LVI:n IFC -mallia muiden suunnittelualojen IFC -malliin. Näin saadaan törmäykset korjattua jo ristiintarkastusvaiheessa.

## SIZING HEATING SYSTEM

Designing hot water radiator heating with MagiCad

Rautajuuri, Ilari

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in construction engineering

June 2016

Supervisor: Heinonen, Jarkko

Number of pages: 35

Appendices: 1

Keywords: radiator heating, central heating, sizing

---

This work is done because designers in Optiplan had different kind of working and calculation methods. Optiplan already had different instructions but the aim of this work was to standardize all working methods to one clear instruction.

The HVAC drawing symbols are treated as a mere symbol chart with the explanations assuming the reader to be able to use symbols in practice.

All equipment and component parts of the radiant heating systems are explained and their position to each other are clarified schematically. The importances of heat production, heat distribution and heat disposals of the total heat production are stated.

Heating system is designed in the correct order from the smaller acts to higher guidelines of law. The literature, information from manufacturers and instructions from the internet are used as a support of the designing. The initial data of heating and building is obtained by regulations, energy calculations, building construction and architects.

The needed heating power of the every room is calculated with MagiCad Room software. The pipes and other parts of the heating system are drawn with MagiCad HPV. After this the entire piping system is sized. Thus we get pipe sizes and equipment with precise dimensions. The piping is balanced. MagiCad selects pipe sizes based on the flow rate and pressure drop and optimizes the pipe sizes. Balancing gives also values for the line control valves.

The calculation methods are shown which also MagiCad uses in its calculations models. The calculations have to proceed in the right order to achieve the right results. The importance of the safety equipment and expansion for the overall functioning of heating system are stated. The challenges of the design process and the accuracy of the initial data values are estimated. The HVAC IFC model is compared with other designers' IFC model. By doing this the collisions are corrected in the cross-checking stage.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	VESIKIERTOINEN KESKUSLÄMMITYS .....	7
2.1	Keskuslämmityksen periaate .....	7
2.2	Piirrosmerkit .....	8
3	LÄMMITYKSEN SUUNNITTELUUN TARVITTAVAT LÄHTÖTIEDOT.....	10
3.1	Suunnitteluohjeiden hierarkia .....	10
3.2	Suunnittelun tukena käytettävä materiaali .....	10
3.3	Lämmin tila, rakenteiden vertailu U-arvot.....	12
4	LÄMPÖTEHON LASKENTA MAGICAD ROOM OHJELMALLA.....	12
4.1	Projektin perustaminen .....	12
4.2	Rakenteet.....	12
4.3	Rakennuksen mallinnus .....	13
4.4	Tilan määrittäminen .....	13
5	MAGICAD HPV:N KÄYTTÖ LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELUSSA.....	15
5.1	Projektin ja uuden kuvan perustaminen.....	16
5.2	Arkkitehtikuvan liittäminen .....	17
5.3	Kuvan tallentaminen .....	18
5.4	Uusi projekti.....	18
5.5	Kuvan liittäminen projektiin .....	19
5.6	Kerrosluettelo.....	20
5.7	Kerroksen valinta ja kulmapisteen asetus .....	20
5.8	Kierretty koordinaatisto .....	21
6	LÄMPÖPUTKISTOJEN PIIRTÄMINEN, MITOITUKSEN KULKU .....	21
6.1	Project Management, asetusten asettaminen.....	21
6.2	Piirron optiot .....	21
6.3	Patterin valinta ja asennus.....	23
6.4	Patterikytkennät .....	24
6.5	Nousulinjat.....	25
6.6	Mitoitus ja tasapainotus .....	25
6.7	Patteriverkoston tasapainotus laskemalla, liite1 .....	26
6.8	Mitoituksen kulku, käsin laskettaessa.....	27
7	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN PAISUNTA JA VAROLAITTEIDEN MITOITUS.....	28
7.1	Varusteet .....	28
7.2	Kalvopaisunta-astia.....	29

7.3	Varoventtiilin mitoitus .....	30
7.4	Kiehunnaputken mitoitus .....	31
7.5	Ulospuhallusputki .....	31
8	SUUNNITTELUPROSESSIN HAASTEET .....	32
9	LOPPUPÄÄTELMÄT .....	33
10	KUVALUETTELO .....	34
	LÄHDELUETTELO .....	35
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämän LVI-aiheisen päättötyön aiheena on lämmitysjärjestelmän mitoituksen, suunnittelun tehtävän kulku ja toimenpiteet. Työssä keskitytään suunnitteluun AutoCadin päälle asentuvan MagiCad putkiston suunnittelu ja mitoitusohjelman avulla.

Syy, miksi aloin tehdä tätä työtä, oli että Optiplaanilla suunnittelijat käyttivät toisistaan poikkeavia työmenetelmiä ja laskentaohjeita. Eri ohjeita oli jo olemassa, mutta tämän työn tavoitteena on yhtenäistää kaikki toimintatavat ja suunnittelumenetelmät yhdeksi kokonaiseksi selkeäkulkuiseksi ohjeeksi. MagiCad:n avulla saavutetaan ulkoinen piirtoasu ja sisäinen laskenta kaikkia suunnittelijoita yhdistäväksi samanlaisen ulkoasun luomiseksi. Se on tärkeä osa yrityksen uskottavuutta ja julkikuvaa. Rajasin työn sisältämään vesikiertoisen patterilämmityksen, joka lämmitetään kaukolämmöllä.

Suunnittelun ja koko rakennusketjun jatkuvasti monimutkaistuva ja toisiinsa tiukemmin nivoutuvat tehtävät vaativat paljon tietoa. Suunnittelualojen vaatimat erikoispiirteet tekevät rakentamisesta ja viranomaisten ohjeista, määräyksistä ja jopa lakiin nojautuvista päätöksistä haastavia. Pystytään ottamaan huomioon terveydelliset, ympäristölliset ja taloudelliset haasteet paremmin.

## 2 VESIKIERTOINEN KESKUSLÄMMITYS

Vesikiertoisessa keskuslämmityksessä lämpö siirretään lämpöeristetyissä putkissa virtaavan veden avulla huoneiden lämpöpattereille tai muille lämmönluovuttimille. Veden lämpötila säädetään rakennuksen lämmöntarpeen, lähinnä ulkolämpötilan mukaan. Vesikiertoisessa keskuslämmityksessä lämpö voidaan tuottaa monella eri tavalla: kaukolämmöllä, polttoaineilla tai vaikka sähköllä. Putket voidaan kytkeä eri tavoilla, yleisimmin on käytössä kaksiputkijärjestelmä. Patterit kytketään yleisesti ulkoseinillä kulkeviin nousujohtoihin. Toinen kytkentätapa on huoneistokohtainen jakotukkijärjestelmä. Pattereiden lämmitysteho riippuu niiden pinta-alasta ja asennustavasta. Tärkeän osan vesikiertoisesta järjestelmästä muodostavat sen säätölaitteet, joiden tehtävänä on säätää vesivirrat ja lämpötilat oikean suuruiseksi. Vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään kuuluu aina paisunta- ja varolaitteet. (1)

### 2.1 Keskuslämmityksen periaate

Keskuslämmityksellä tarkoitetaan koko rakennuksen lämmitystä yhteisestä lämmönlähteestä. Lämmön siirtäminen tapahtuu yleensä putkistossa kulkevan lämmönsiirtaineen avulla. Keskuslämmitys on Suomessa helppohoitoisuutensa ja luotettavuutensa vuoksi syrjäyttänyt lähes tyystin huonekohtaiset lämmityslaitteet kuten uunit ja kaminat. Keskuslämmityksessä lämpöä siirtävä väliaine voi olla vesi, höyry tai ilma. Näistä vesi on ehdottomasti yleisin hyvän lämmönsiirtokykynsä vuoksi. Vesikiertoinen keskuslämmitysjärjestelmä voidaan jakaa seuraaviin osiin: (1)

- lämmöntuotanto
- lämmönjakelu
- lämmön luovutus.

Lämpö voidaan tuottaa kattilalaitoksessa, jossa polttoaineen energia muutetaan lämmöksi. Kaukolämmön alakeskuksessa, jossa rakennuksessa kiertävä vesi lämmitetään kaukolämpöveden avulla, on nykyään yleisin käytäntö. Vesikiertoisen keskuslämmityksen veden lämmittäminen sähköllä, lämpöpumpulla tai aurinkolämmöllä on myös mahdollista. (1)

Lämmönjakoverkoston runko muodostuu putkista, jotka yleisimmin ovat terästä. Tärkeän osan putkistoa muodostavat erilliset varusteet, kuten sulku- ja säätöventtiilit,

lämpömittarit, suodattimet, yksisuuntaventtiilit ym. laitteet. Veden virtaus verkostossa saadaan yleisemmin aikaan kiertovesipumpun avulla. (1)

Verkostossa kiertävästä vedestä lämpö siirtyy lämmönluovuttimen kautta huoneeseen. Lämmönluovutin voi olla monella eri tavoin rakennettu. Yleisin on radiaattori, joka tavallisimmin sijoitetaan ulkoseinälle ikkunan alle. Lämmönluovutin voi olla myös muodoltaan muunlainen, esim. putki joka on asennettu lattiaan. (1)

Suomenkielistä ja erittäin hyvää opintomateriaalia vielä tänä päivänäkin sovellettavaksi LVI-alalle löytyy jo 70-luvulta, kuten Lämmitys ja ilmastointi. Kirjan sisältö pätee vieläkin, ja fysiikkaan ja matematiikkaan pohjautuvat kaavat ovat yhä käyttökelpoisia. Huomaa kirjan nimessä käytetty ilmastointi-sana, jota nykyään käytetään tarkoittaen, että järjestelmä myös viilentää tilaa, eikä pelkästään toimi ilmanvaihtona, jossa on tulo- ja poistoputkijärjestelmät. (2)

## 2.2 Piirrosmerkit

Piirrosmerkit ovat pysyneet, jopa eri vuosikymmenten ajan, melko muuttumattomina, pieniä lisäyksiä lukuun ottamatta. Tästä hyvänä esimerkkinä Sisäasianministeriön Suomen rakentamismääräyskokoelman LVI-piirrosmerkit D4 Ohjeet vuodelta 1978. Nykyään melkein kaikki muut ohjeet ovat päivittyneet muutosten ja uusien ohjeiden myötä ympäristöministeriön tekemiksi. Rakentaminen on nykyään ympäristöministeriön vastuulla.



Symboli	Mer- kintä	Nimitys	Symboli	Mer- kintä	Nimitys
	LS	Lämmönsiirrin		L	Lämmönlähtö (lämmitysverkosto)
	TV	Säätöventtiili (2-tie), automaatti- ja käsiohjaus		LP	Lämmityspatteri
	TV	Säätöventtiili (3-tie), automaatti- ja käsiohjaus		SP	Sulku-/säätöpeltti
	MV	Magneettiventtiili		PU	Puhallin (ja moottori)
	P	Pumppu (ja moottori)		VV	Varoventtiili
	PS	Paisuntasäiliö		TI	Lämpömittari
		Sulkuventtiili		TIA	Lämpömittari hälytyksellä
		Yksisuuntaventtiili		PI	Painemittari
		Kertasäätöventtiili paineen- mittaus yhtein		PIA	Painemittari hälytyksillä
		Ryhmäventtiili (sulku+koes- tusyhte+yksisuunta)		TE	Lämpötila-anturi
		Ryhmäventtiili (sulku+koes- tusyhte+yksisuunta+sulku)		TE±	Lämpötila-anturi (rajoitus)
		Painealennusventtiili Vakiopaineventtiili		TC	Säätökeskus
		Ylivirtausventtiili/ virtaus vasemmalta oikealle		KIS	Aikakytkin
		Lianerotin		HS	Kytkin
		Sähköinen viestijohto		EIA	Relekytkin (näyttö + hälytys)
		Hydraulinen viestijohto		EY	Ohjausrele
		Kaukolämpöjohto		FG	Peltimoottori
		Lämpöjohto meno		TAH	Jaätymissuojatermostaatti
		Lämpöjohto paluu		SC	Kierrätysnopeuden säätö
		Lämminvesijohto		TS	Putken laajennus/ tasaussäiliö
		Lämpimän käyttö- veden kiertöjohto			
		Kylmävesijohto			
		Paisuntajohto			
		Ilmakanava			

LVI putkistopiirustuksissa yleisimmin käytetyt piirrosmerkinnät. (3)

### 3 LÄMMITYKSEN SUUNNITTELUUN TARVITTAVAT LÄHTÖTIEDOT

#### 3.1 Suunnitteluohjeiden hierarkia

Tärkeysjärjestys: Noudatetaan suunnittelun edetessä järjestyksessä.

Suunnittelijan ei yleensä tarvitse huolehtia kuin viranomaismääräysten noudattamisesta, koska niissä on jo huomioitu lain ja asetuksen vaatimukset. Joskus tilaajien erikoisvaatimukset ja yksilöllinen suunnittelu pakottavat tekemään määräyksiä parempaa laatua ja suunnitteluratkaisuja.

- Laki ja asetukset
- Viranomaismääräykset
- Viranomaisohjeet
- Viranomaiskäytännöt / tarkastavan viranomaisen tulkinta
- Tilaajan, toimittajan ja vastaavan suunnittelijan käytännöt
- Laitevalmistajien suositukset ja ohjeet
- Suunnittelijan pätevyys, urakoitsijan ja asentajan ammattitaito

#### 3.2 Suunnittelun tukena käytettävä materiaali

Listassa ei ole kaikkea mahdollista tukimateriaalia. Materiaali poikkeaa suunnittelu-kohteen, tilaajan sekä paikkakunnan johdosta toisistaan joskus jopa merkittävästi. Pitää muistaa, että suunnittelijan vastuulla on myös tarkistaa tukena käytettävän materiaalin aitous ja viimeisin versio.

- Aputyökalut, MagiCad ja Room jotka asentuvat AutoCadin päälle.
- Suomen Rakentamismääräyskokoelman osat D kokonaisuudessaan (LVI ja energia)
- Talotekniikka RYL 2002 osat/kirjat 1 ja 2. Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- SFS-standardit → sieltä tulee esim. CE-merkintöjen ohjeet sekä käyttökohteet

- Palo-ohjeistus, savun poisto; RakMk:n osat E kokonaan, RT-kortisto, valmistajien ohjeet.
- Reikä ja läpivientien ohjeistus sekä niiden luokitukset. Esim. Elpo ja Sewatek
- Äänieristykset ja ääntä vaimentava suunnittelu kuten päätelaitteiden sijoitus ja mitoitus.
- K1-Rakennusten kaukolämmitys, Määräykset ja ohjeet, Energiateollisuus.
- Eri valmistajien erikoissivut, käsikirjat ja linkit; Uponor, Vallox, Danfoss, Oras, TA, Fläkt, Halton, Swegon jne.
- Viranomaisten sekä valmistajien laskentaohjelmat excel-tiedostoina tai netti-linkkeinä, nettisovelluksiin tai etäohjelmiin.

Arkkitehtipohjien, rakennesuunnittelijan rakennetyyppien sekä energialaskennan jälkeen rakennuksesta on käytettävissä kokonaisenergiankulutus. Tämä sisältää lämmityksen, jäähdytyksen, IV:n ja lämpimän käyttöveden energiantarpeet. Lämmityksen osalta on myös simuloitu epäedullisimman huoneiston ilmanvaihdon tehostuksen tarve perustehostuksen lisäksi, joka on 30 % ja lisänä saadaan 20 %, jolloin yleensä kesäajan tehostus on 50 % per. epäedullisin huoneisto. Nämäkään eivät riitä, koska ei ole vielä laskettu yksilöllistä huoneistokohtaista lämmöntarvetta jokaista yksittäistä huonetta kohden, jossa on mukana vielä tiiviysvaikutukset ja poikkeamat. Myös ikkunoiden lukumäärä, muoto ja sijainti (alareuna sekä ikkunapenkki) vaikuttavat pattereiden ulkomuotoon ja kokoon lämpötehon valinnassa. Tärkeimmät lähtötiedot, jotka asetamme MagiCad ROOM mitoitusohjelmaan ovat U-arvojen selvittäminen kyseisessä rakennuksessa. Tähän vaikuttavat minimiarvojen osalta myös rakentamismääräyskokoelman asettamat rajoitukset. RakMk:n osa D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, josta saadaan laskemalla U-arvot. Käytännössä raja-arvot U-arvoille saadaan RAK-suunnittelulta. Rakennusten vertailu U-arvot, joita ei yleensä saa ylittää RakMk:n osa D3. Määräykset ovat tiukentuneet rajusti 15 vuoden aikana. On aina tarkistettava, että käyttää uusimpia voimassa olevia vertailu U-arvoja. (4) (5)

### 3.3 Lämmin tila, rakenteiden vertailu U-arvot.

Taulukko 1. Lämpimien tilojen rakenteiden vertailu U-arvot. (4)

ulkoseinä	0,17 W/m <sup>2</sup> K	
ulkohirsiseinä	0,40 W/m <sup>2</sup> K	keskimääräinen paksuus väh. 180mm
yläpohja	0,09 W/m <sup>2</sup> K	
alapohja	0,17 W/m <sup>2</sup> K	ryömintä enintään 8 promillen aukkopinta
alapohja	0,16 W/m <sup>2</sup> K	maata vasten oleva rakennusosa
ikkunat ja ovet	1,0 W/m <sup>2</sup> K	

Puolilämpimiin tiloihin on omat vertailu U-arvonsa. (4)

Mitoituslämpötilan tarkastaminen rakennuspaikkakunnan mukaan. Etelässä lämpötila on -26 °C. (4)

## 4 LÄMPÖTEHON LASKENTA MAGICAD ROOM OHJELMALLA

MagiCad Room on huonetilojen lämpötehortarpeen laskentaohjelma, jolla saadaan laskettua koko rakennuksen lämmityksen tehontarve. Ohjelma asennetaan AutoCadin päälle, ja on erillinen itsenäisesti toimiva ohjelma, jolla on oma lisenssi.

### 4.1 Projektin perustaminen

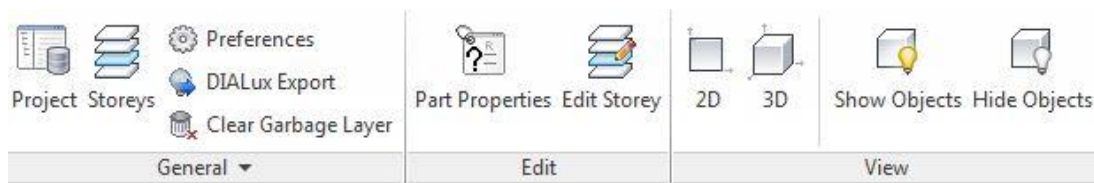
Uuden kuvan luominen, arkkitehtikuvan liittäminen, kuvan tallentaminen, uusi projekti, kerroksen valinta ja kulmapisteen asetus. (6)

### 4.2 Rakenteet

Rakenteiden luonti. Seinät, lattia, katto, ikkunat ja ovet. Rakenteille voi antaa väreit, jotta kuvasta tulee luettavampi. (6)

### 4.3 Rakennuksen mallinnus

Roomissa kaikki mallintaminen tapahtuu Edit tilassa, johon pääsee Edit Storey-toiminnolla. (Kuva 1)



Kuva 1. MagiCad Room aloitusvalikko (6)

Kerros luetaan tietokannasta Yes-toiminnolla. Jos kuva on kopioitu Copy-Paste menetelmällä niin vastataan ensimmäisellä kerralla No, jolloin Room edit työkalupalkki avautuu tämän näköisenä, riippuen Room versiosta. (Kuva 2)



Kuva 2. MagiCad Room Edit työkalupalkki (6)

Piirretään Room-malli apuna käyttäen xref:nä olevaa arkkitehtipohjaa. Piirretään Roomilla kaikki ARK-pohjan tieto laskennan vaatimaan muotoon. Käytetään ulkoseinille, väliseinille, oville ja ikkunoille eri värisiä Room-malleja. Näin saadaan mallista havainnollinen ja selkeämmin ymmärrettävä. (6)

### 4.4 Tilan määrittäminen

Ennen laskentojen suorittamista pitää tiloille määrittää perustiedot. Tiloja päästään määrittämään Define-room toiminnolla ja klikkaamalla haluttua tilaa (Kuva 3).

Ilmanvaihtosuunnitelmasta saadaan huonekohtaiset ilmamäärät tai, jos niitä ei ole saatavana, katsotaan RakMk:n D2 ohjeista huonekohtaiset ohjeilmamäärät. Huoneis-

tossa pitää vaihtua ilma kokonaan 2 h välein. Eri huonetyypeille ja henkilömäärille on kuitenkin erilaisia ohjearvoja. (7)

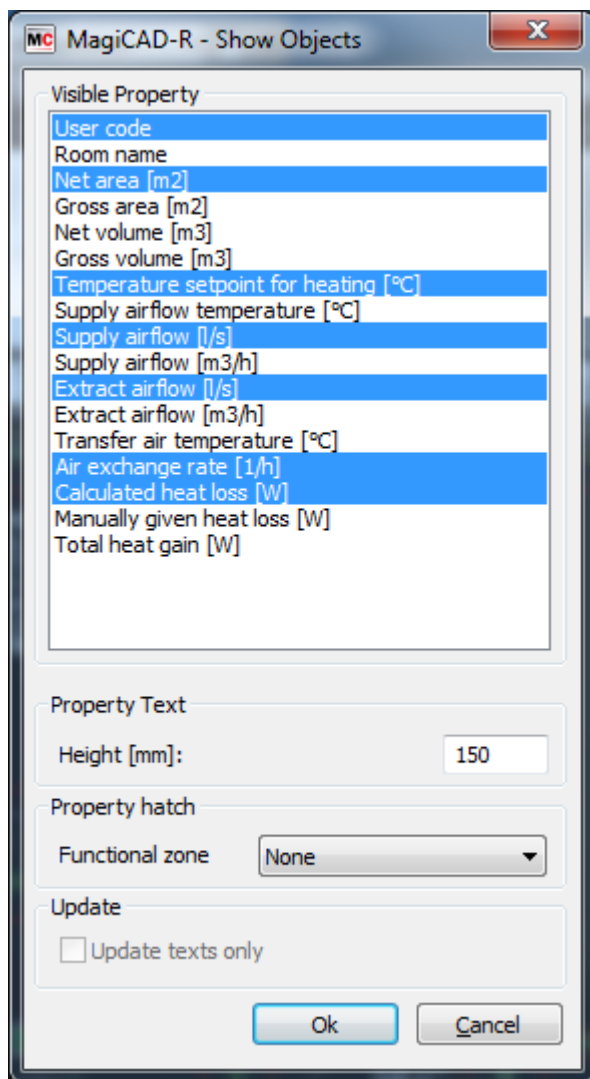
The screenshot shows the 'MagiCAD-R - Room' dialog box with the following settings:

- Room:**
  - User code: 101
  - Room name: OH
  - Note: (empty text area)
  - Room height [mm]: 2850
  - Area (gross/net)[m<sup>2</sup>]: - / -
  - Room volume (gross/net)[m<sup>3</sup>]: - / -
- Ventilation:**
  - By manual values:
    - Supply airflow [l/s]: 24 [m<sup>3</sup>/h] 86
    - Extract airflow [l/s]: 0 [m<sup>3</sup>/h] 0
  - Primary flow for automatic values:  Supply  Extract
  - By area:
    - Supply airflow [l/s,m<sup>2</sup>]: 0.7 [m<sup>3</sup>/h,m<sup>2</sup>] 2.6
  - By times per hour:
    - Supply airflow [1/h]: 0.9
    - Extract airflow by percent of supply: 0
    - Air exchange rate [1/h]: 0.10
- Temperatures:**
  - Temperature setpoint for heating [°C]: 21.0
  - Supply air temperature [°C]: 17.0
  - Transfer air temperature = outside temperature
  - Transfer air temperature [°C]: -26.0
- Roof Slab Exception:**
  - Roof slab: -
  - Area coverage from room area [%]: 0
  - Use outside temperature
  - Background temperature [°C]: 0.0
- Floor Slab Exception:**
  - Floor slab: -
  - Area coverage from room area [%]: 0
  - Background temperature [°C]: 0.0
- Heat Loss:**
  - Total heat loss [W]: -
  - Manual value
  - Manually given heat loss [W]: 0
  - Heat loss analysis... (button)

Kuva 3. MagiCad Room huoneen asetukset (6)

Pohjakuvassa näkyvät tilatiedot Show Room Objects... työkalulla, (Kuva 4), voit valita, mitkä tiedot tulevat näkyviin Room malliin, kun määrittelet huoneen, Define room. Toiminnolla hide room Objects saat Room pohjan pois näkyvistä, tällöin sinulla ei voi olla työkalupalkki auki.

Lasketaan huonekohtaiset tehontarpeet Edit toimintopalkin, Save Calculate and Update Text toiminnolla. Saatuja huonekohtaisia tehontarpeita, watteina, käytetään pattereiden valinnassa. (6)



Kuva 4. Show Room Objects (6)

## 5 MAGICAD HPV:N KÄYTTÖ LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELUSSA

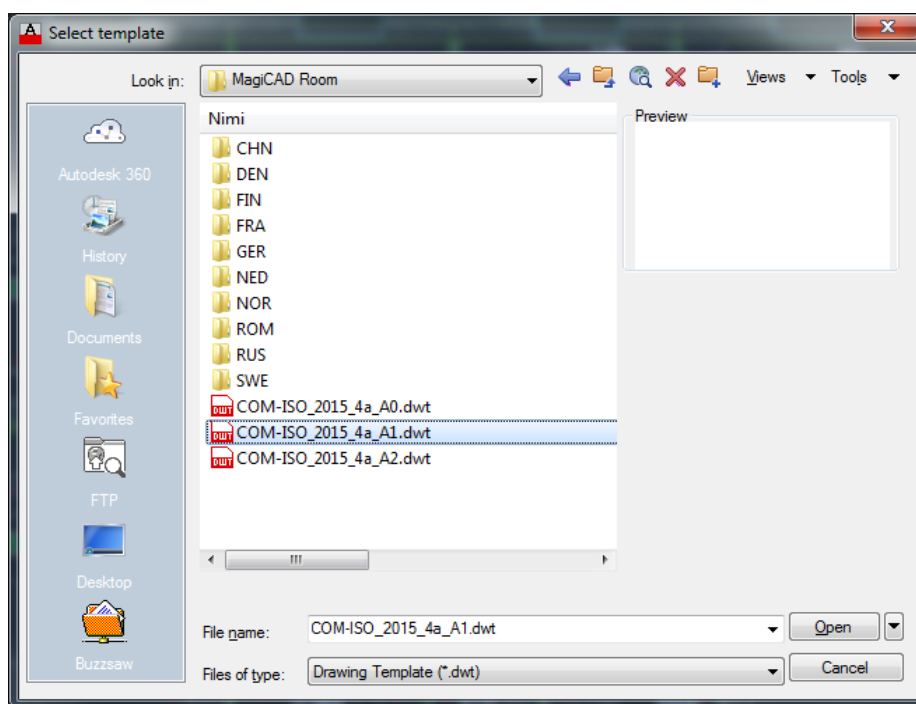
MagiCad HPV:n käyttö onnistuu omalla lisenssillä, kun ohjelma on asennettu Auto-Cadin päälle. Ohjelma on yleensä yhteensopiva kaksi versiota taaksepäin. Versiohistoriaa on kertynyt 1998 vuodesta lähtien. Ohjelmisto on historiansa aikana kehittynyt kansainvälisesti arvostetuksi putkistonpiirto-, suunnittelu- ja mitoitusohjelmaksi. Sillä voidaan suunnitella koko talotekniikka, käsittäen kaikki LVI ratkaisut.

MagiCad sisältää paljon ennalta ohjelmoitavaa tietoa, jota päivitetään aina uusien ohjeiden tullessa voimaan. Voidaan myös ladata kaikki putket, putken osat ja laitevarusteet valmistajien sivuilta. Siksi suunnittelijan ei tarvitse muistaa ulkoa uusimpia

määräyksiä. Tilaaja määrittää halutessaan kaikki, tai osan laitteista. Suunnittelija kuitenkin tarkastaa, että kokonaisuus toimii. Tämä tekee suunnittelutyöstä virheettömämpää ja nopeampaa. Muutosten ja tilaajan vaatimien korjausten toteutus on helppoa sähköisestä tietokannasta avattavan tiedoston avulla. Muutokset tehdään aina samaan tiedostoon, jolla varmistetaan aina uusimman version saanti. Suunnittelutyö ei ole myöskään paikkaan sidottu, koska tiedoston saa avattua projektihakemistosta missä tahansa konttorissa.

## 5.1 Projektin ja uuden kuvan perustaminen

Uusi kuva tehdään AutoCADin toiminnolla ”File/New, Select Template” keskustelu-ruudusta valitaan sopiva piirustus pohja (Template) (Kuva 5).

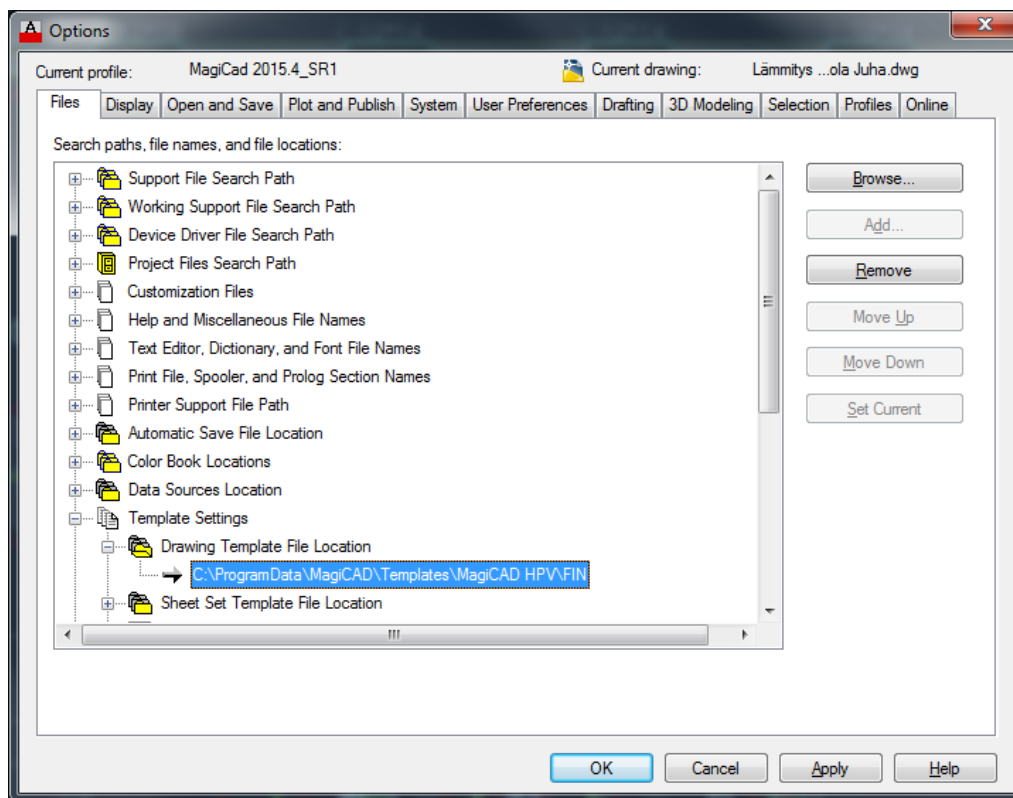


Kuva 5. Select template pohjakuvan valinta (8)

MagiCADia käytettäessä on järkevää tehdä itselleen piirustus pohjia, joihin on asetettu sopivasti AutoCADn muuttujien arvot. Tyypillisiä asetettavia arvoja ovat esimerkiksi snap, grid, ltscale, limits, tekstityylit (style) ja mahdolliset muut asetukset, joita joutuu usein muuttamaan. Piirustus pohjaan voi myös tehdä valmiiksi tulostustiloja (layout), joihin on asetettu valmiiksi tietty paperikoko, tulostin, kynänvahvuustie-



dosto, yrityksen nimiö ym., ja käyttää niitä tulosteita laadittaessa. Piirustus pohjat voi tallettaa joko AutoCADin templatehakemistoon, tai ohjata MagiCAD hakemaan piirustus pohjat jostain tietyistä hakemistosta. (esim. MagiCAD\Templates\MagiCAD PV\FIN) (Kuva 6). (8)



Kuva 6. Options files, polutat oikean pohjan oikeaan paikkaan. (8)

## 5.2 Arkkitehtikuvan liittäminen

Arkkitehtikuva on kätevää liittää piirustukseen viitepiirustuksena (External Reference = Xref). Ennen viitepiirustuksen liittämistä on hyvä luoda sitä varten oma piirustus-taso (layer). Piirustustaso luodaan normaalisti AutoCADssa ja se valitaan aktiiviseksi (Current) ennen viitepiirustuksen liittämistä. Viitepiirustukselle tehty piirustustaso kannattaa lukita, jolloin arkkitehtikuvaa ei voi vahingossa poistaa tai siirtää. Viitepiirustus liitetään AutoCADin toiminnolla Insert/External reference. Viitepiirustus kannattaa asettaa pisteeseen (Insertion point) \*0,0,0, jossa \* merkitsee, että kyseessä on Worldkoordinaatiston piste. Jos kuvaan liitetään myöhemmin jokin muu viitepiirustus, niin se voidaan helposti kohdistaa samaan pisteeseen. Arkkitehtikuvan värin

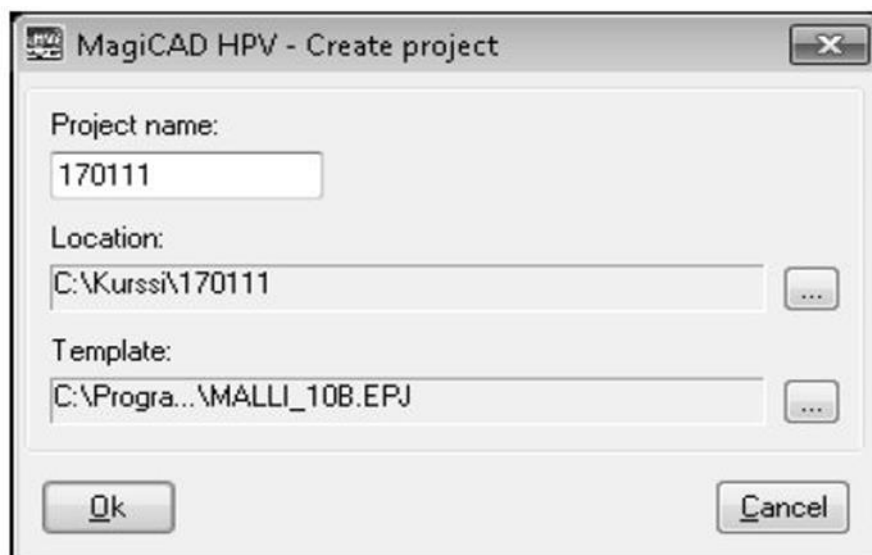
muuttaminen, mahdollinen korjaaminen ja tarpeettomien tietojen poisto kannattaa tehdä Drawing Cleaning Utilityllä. Arkkitehtikuvan muutokset voidaan tehdä myös myöhemmin, sillä viitepiirustus luetaan joka kerta kuvaa avattaessa. (8)

### 5.3 Kuvan tallentaminen

Ennen kuin kuva voidaan liittää projektiin, se pitää tallettaa haluttuun hakemistoon toiminnolla File/Save As. Kuva voidaan tallettaa mihin tahansa hakemistoon, mutta kuvia on helpompi hallita, jos ne talletetaan loogisesti tiettyihin hakemistoihin. Esimerkiksi projektit voidaan tallettaa jonkin levyaseman Projektit-hakemiston alihakemistoihin (C:\Projektit\Proj1). Projektihakemistot voivat vastaavasti sisältää omat hakemistot arkkitehtikuville, ilma-, lämpö- ja vesikuville ja muille projektiin liittyville dokumenteille. (8)

### 5.4 Uusi projekti

Uusi projekti perustetaan Project-kuvakkeesta New –toiminnolla (Kuva 7). Projektille annetaan nimi ja valitaan hakemisto johon projektitiedostot talletetaan (Location). Projektitiedostot (.EPJ, .QPD ja .LIN loppuliitteiset tiedostot) voivat sijaita kuviin nähden alenevalla polulla kohti levyaseman juurihakemistoa. Lisäksi määritetään Projektipohja (Template), jossa on määritelty valmiiksi oletusarvot projektissa käytettäville kuvatasojen nimille (Layer), systeemeille, laitteille, kanavasarjoille, mitoitusperusteille, väreille ym. Projektipohjat voidaan tallettaa keskitetysti tiettyyn hakemistoon (esim. ... \MagiCAD\Templates\MagiCAD HPV\FIN), mutta myös mitä tahansa aiemmin tehtyä projektia voidaan käyttää projektipohjana. (8)



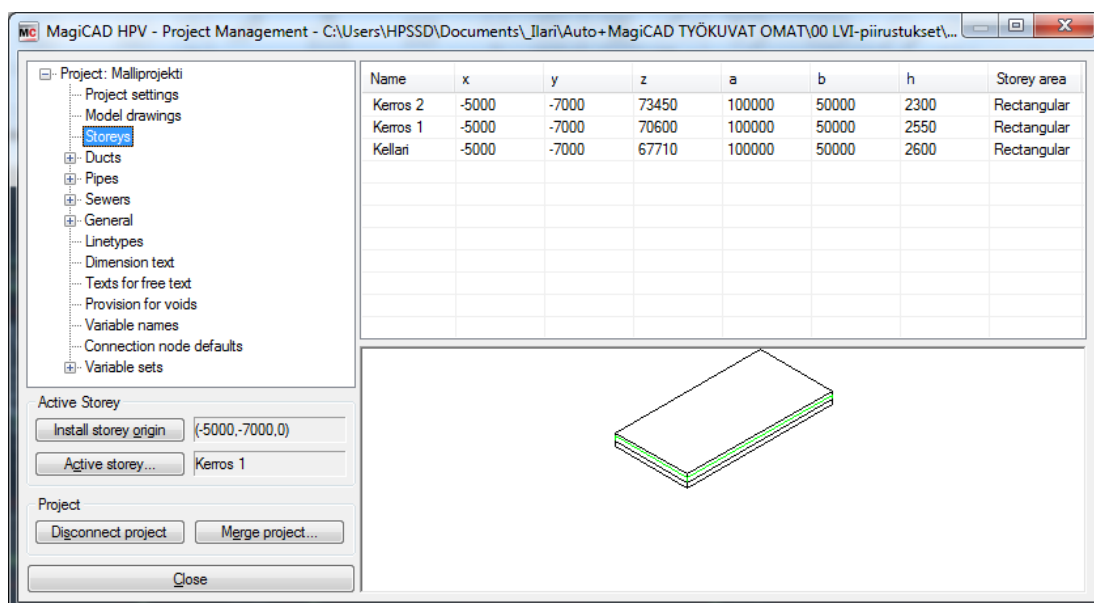
Kuva 7. Create project, saat lopullisesti kaikki valikot toimimaan (8)

### 5.5 Kuvan liittäminen projektiin

Projektia perustettaessa aktiivinen kuva liitetään perustettuun projektiin. Seuraavat kuvat liitetään projektiin Project-ikkunan Select toiminnolla. Ohjelma näyttää kaikki projektit kuvan hakemistosta kohti levyaseman juurihakemistoa, ja niistä valitaan haluttu projekti. (8)

## 5.6 Kerrosluettelo

Kukin kuva käsitellään erillisenä kerroksena ja kerrosluettelossa määritetään niiden sijainti toisiinsa nähden (Kuva 8). Kerrokset voivat sijaita sekä päällekkäin että rinnakkain. Kun kuvaan piirretään virtaamaliitos (connection node), se voidaan haakea/liittää viereiseen kerrokseen. Kerrosluettelon origo kannattaa sijoittaa helposti määritettävään pisteeseen, jonka suhteen kerrokset voidaan kohdistaa toisiinsa nähden. (8)



Kuva 8. Hyviä valintoja origolle voisivat olla rakennuksen kulma tai moduuliviivojen tietty leikkauspiste. (8)

## 5.7 Kerroksen valinta ja kulmapisteen asetus

Ennen kuin kuvaa voidaan alkaa piirtää, pitää valita kerros, jota piirrettävä kuva vastaa. Valinta tehdään toiminolla Active Storey. Sen lisäksi kuvasta näytetään kerroksen kulmapisteen sijainti ja positiivisen X-akselin suunta toiminnolla Install storey origin. (8)

## 5.8 Kierretty koordinaatisto

Joskus arkkitehtikuva on vinossa asennossa AutoCADin Worldkoordinaatistossa. Kun kuvan asentoa ei haluta muuttaa, jotta esimerkiksi sähkösuunnittelija voisi lukea kuvan viitepiirustukseksi omaan kuvaansa, kuvaan voidaan työskentelyn ajaksi määrittää käyttäjän koordinaatisto (UCS), jonka suuntaiseksi kuva voidaan kääntää työskentelyn ja tulostamisen ajaksi. (8)

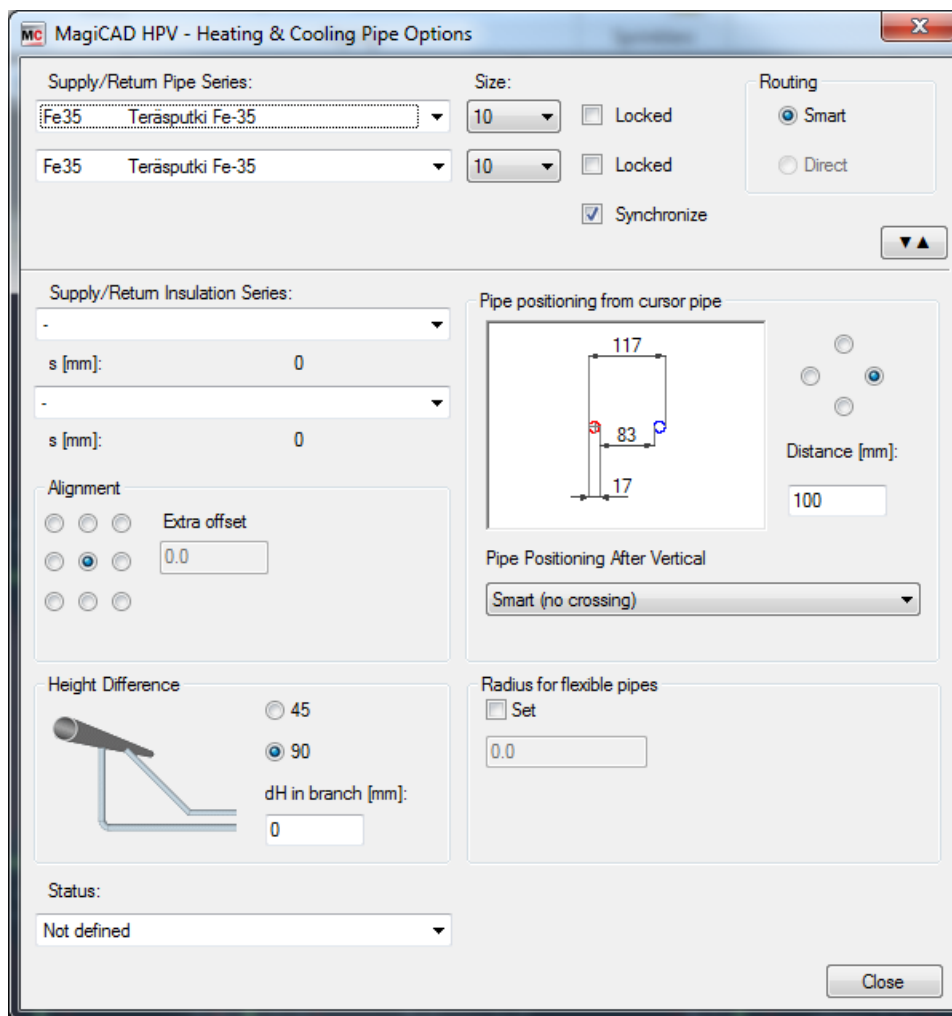
# 6 LÄMPÖPUTKISTOJEN PIIRTÄMINEN, MITOITUKSEN KULKU

## 6.1 Project Management, asetusten asettaminen

Käytetään Energiateollisuuden määräyksiä ja ohjeita Kaukolämmön käsikirjasta, Rakennusten kaukolämmitys Määräykset ja ohjeet julkaisu K1/2013, päivitetty 9.5.2014. (3)

## 6.2 Piirron optiot

Lämmitys- ja jäähdytysputkistoja piirrettäessä valitaan Options ruudusta piirrettävien putkien putkisarja, koko ja eriste (Kuva 9). Haluttaessa voidaan lukita piirrettävän putken koko, jolloin se säilyy muuttumattomana mitoitusperusteesta riippumatta.



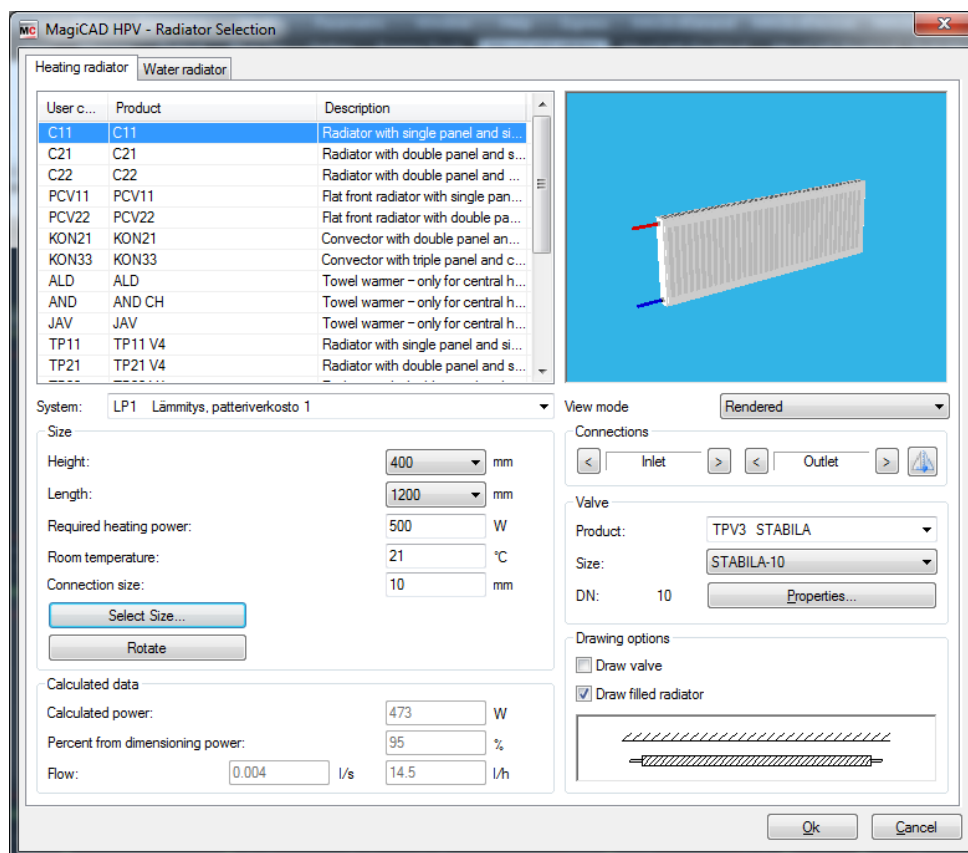
Kuva 9. Heating & Cooling Pipe Options (8)

Synchronize-toiminnolla meno- ja paluuputkien asetukset seuraavat toisiaan. Putkisarja, koko ja eriste voidaan muuttaa, ja lukitus voidaan poistaa toiminnolla Change Properties. Piirrettäessä meno- ja paluuputkea samanaikaisesti, kohdassa Pipe positioning from cursor pipe, määritetään paluuputken sijainti (Top/Bottom/Left/Right) menoputkeen nähden piirtosuunnassa. Putkien välinen etäisyys annetaan Distance-kentässä. Mittakuvasta voidaan todeta, että putket eristeineen mahtuvat vierekkäin. Reititys (Routing) voidaan valita vain yhtä putkea piirrettäessä. Smart-reititys etsii kahden näytetyn pisteen välille reitin standardiosilla, kun taas Direct-vaihtoehto kulkee suoraan näytettyjen pisteiden välin. Kaksiputkipiirroksessa on reititys aina Smart. Jos dH in branch-kentässä on annettu arvo, ohjelma tekee haarauduttaessa kyseisen suuruisen korkeudenmuutoksen joko 90 tai 45 asteen kulmassa. Positiivinen luku aiheuttaa korkeudenmuutoksen yläkautta ja negatiivinen alakautta. Piirron optioita voidaan vaihtaa kesken piirtämisen Optointoiminnolla, mutta paluuputken sijainnin

vaihto päinvastaiseksi ei ole mahdollista. Pipe positioning after vertical määrittää miten putket käyttäytyvät korkeudenmuutoksen jälkeen lähdetessä putkien tasossa sivulle. Smart valinnalla putket kääntyvät siten, että ne eivät mene ristiin. Top-vaihtoehdossa paluuputki tulee aina menoputken päälle ja Bottom-valinnalla päinvastoin. Manual-tapauksessa putket menevät Pipe positioning from cursor pipe määrittämisen mukaisesti. (8)

### 6.3 Patterin valinta ja asennus

Patterin valinta tehdään keskusteluruudussa, jossa valitaan systeemi, johon patteri kuuluu ja patterin tyyppi. Kentässä P[W] annetaan patterilta otettava teho, jonka mukaisesti lasketaan patterin virtaama systeemin lämpötilaerolla. Kentistä H ja L voidaan valita patterin korkeus ja pituus, jos ei haluta käyttää patterin mitoitusdataa. Patterin valinta voidaan tehdä Select size-toiminnolla. (Kuva 10).

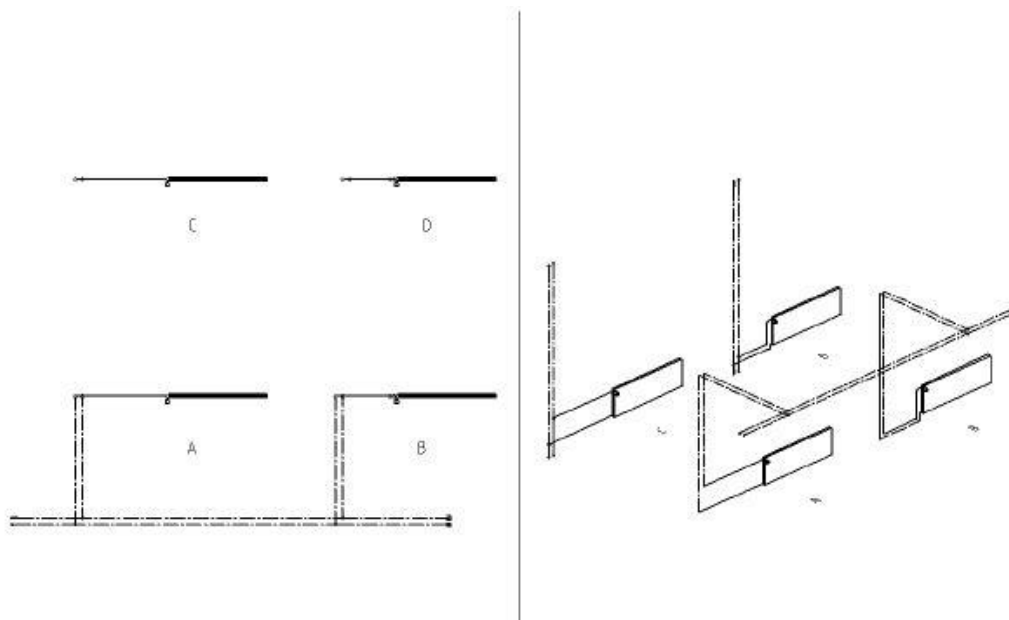


Kuva 10. Radiator Selection (8)

Keskusteluruudussa annetaan patterin minimi- ja maksimimitat, tehorajat prosentteina ja sisälämpötila. Ohjelma näyttää valitusta patterityypistä vaihtoehdot, joiden taulukoteho (P) on riittävän lähellä haluttua ja tehojen suhteen prosentteina (P %). Jos valintaperusteita muutetaan, uudelleenvalinta tehdään Calculate-toiminnolla. Kohdassa Connections asetetaan meno- ja paluuputkien liityntäpaikat. Mirror-toiminnolla voidaan vaihtaa patterin käisyys. Rotate-toiminnolla käännetään patteri esimerkiksi pystyasennukseen sopivaksi. Connection size määrittää liityntäputkien koon. Kohdassa Valve valitaan patteriventtiilin tyyppi ja koko. Preview näyttää periaatekuvan patterista suhteessa seinään. Samalla voidaan valita halutaanko patteriventtiilin symboli näkyviin ja täytetäänkö patterisymboli. (8)

#### 6.4 Patterikytkennät

Patterikytkennät tehdään normaaleja putkenpiirtorutiineja käyttäen. Patterit voidaan kytkeä käyttäen joko 1-putken tai 2-putken piirtorutiinia. Kyt kentäsuunta on vapaa, eli putket voidaan piirtää joko pattereilta kohti runkoa tai päinvastoin. Patterikytkentä toimii erilailla liityttäessä patteriin heti runkolinjaan liityttyä tai piirrettäessä ensin putkia ja liittymällä vasta sitten (Kuva 11). Seuraavassa erilaisia liittymistapoja.



Kuva 11. Patterikytkentöjen eri vaihtoehtoja (8)

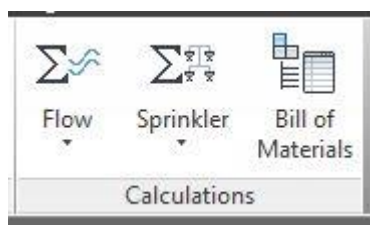


Tapauksessa A liitytään yläpuoleisesta runkolinjasta suoraan patteriin (connect/connect), jolloin korkeuserot tulevat kulmaan, ja putket liittyvät suoraan patteriliitosten korkeudella. Kytkeä voidaan tehdä kumpaankin suuntaan tahansa liittymällä ensin patteriin tai runkoon. Tapauksessa B on liitytty ensin runkoon, piirretty putkia kohti kulmaa ja vasta sitten liitytty patteriin. Jos piirto aloitetaan patterista, piirretään putkia ja liitytään runkoon, korkeuserot tulevat runkolinjan kohdalle. Tapauksessa C on liitytty patterista suoraan nousulinjaan. Tapauksessa D on liitytty nousulinjaan, piirretty putkia vähän matkaa ja liitytty patteriin. (8)

## 6.5 Nousulinjat

Liitokset toisiin kuviin tehdään lämpöverkostoihin kuten ilmakehävaihtoihin. Kuvasta toiseen menevän putken päähän asennetaan liitossolmu (Connection Node), joka kytketään toisessa kuvassa olevaan vastaavaan. Kerroksen lävistävän nousulinjan molempiin päihin kannattaa asentaa saman numeroinen (ID) liitossolmu, jolloin kerrosten kopiointi ja liittäminen on helpompaa. Meno- ja paluuputken liitossolmun numero voi olla sama. Hyppy kuvan pisteestä toiseen voidaan tehdä käyttäen This-tyyppistä liitossolmua. Perinteinen virtaamaliitos, jolla kuvataan esimerkiksi jotain konetta tai laitetta, tehdään None-tyyppisellä liitossolmulla. (8)

## 6.6 Mitoitus ja tasapainotus



Kuva 12. Summation (9)

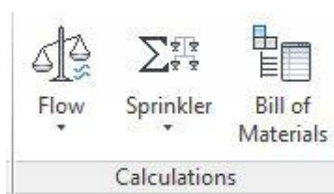
Mitoittaa putkiston virtauksen ja painehäviöt. Ei tee muutoksia putkikokoihin.



Kuva 13. Sizing (9)

Putkikokojen ja putkistovarusteiden automaattinen mitoitus.

Muuttaa putkikoot ja varusteet määräysten mukaisiksi virtauksen l/s ja painehäviön Pa/m mukaan. Näille on viranomaisten mitoitusohjeissa alimmat ja ylimmät raja-arvot, joita on noudatettava. Nämä arvot on asetettu MagiCad ohjelman asetuksiin. Arvoja voidaan päivittää määräysten muuttuessa.



Kuva 14. Balancing (9)

Tasapainotus tasaa putkiston eri osa-alueiden ja laitteiden välillä virtauksen ja painerot putkistossa. Antaa patteriventtiileille esisäättöarvot ja voi ehdottaa linjasäätöventtiiliä jos järjestelmää ei muuten saa toimimaan optimaalisesti. Antaa myös linjasäätöventtiileille esisäättöarvot ja painehäviöt.



Kuva 15. Bill of Materials (9)

Materiaalilistaan voidaan tarvittaessa koota kaikki putket, putkenosat sekä laitteet. Tämä on kätevä toimenpide urakoitsijaa ajatellen, koska saadaan kaikki materiaali kootuksi yhteen listaan. Tätä käytetään urakkalaskennan tukena.

## 6.7 Patteriverkoston tasapainotus laskemalla, liite1

Siinä käydään läpi patteriverkoston tasapainotus. Laskelma on ollut Talotekniikka lehdessä 8/2011.

## 6.8 Mitoituksen kulku, käsin laskettaessa

Kone tekee kylläkin samoja asioita ja mitoittaa taustalla. Emmekä huomaa sitä. Perusasiat eivät siis häviä, vaikka kone laskee puolestasi.

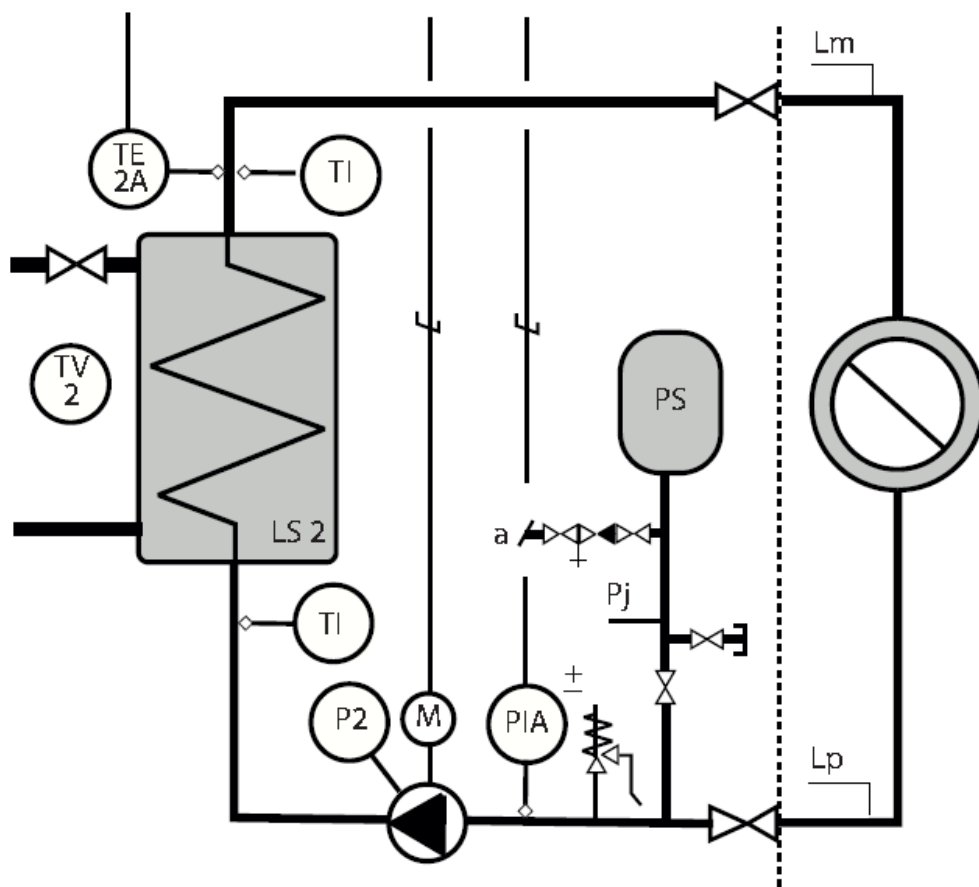
Lämpöjohtojen mitoitukseen kuuluu mm. seuraavat vaiheet, jos laskisimme käsin.

1. Numeroidaan putkenosat.
2. Lasketaan kussakin putkessa kulkeva lämpövirta.
3. Laaditaan putkien mitoittamista varten taulukko.
4. Määritetään kunkin putkiosan pituus piirustuksesta.
5. Etsitään kunkin putkiosan vastuskertoimet.
6. Valitaan pisin verkoston kiertopiiri ja mitoitetään se käyttäen kitkavastuksena arvoa, joka on likimain 50 Pa/m. Valitaan putket tämän perusteella.
7. Lasketaan valituilla putkilla pisimmän kiertopiirin painehäviö. Varataan patteriventtiilille painehäviöksi säätöä varten 2...4 kPa.
8. Lasketaan kussakin linjassa erikseen jokaisen patterin tarvitsema esisäätö, jotta haluttu vesivirta saataisiin kaikkiin pattereihin.
9. Määritellään muiden pääjohtoihin liittyvien linjojen paine-erot liitântäkohdassa ja lasketaan linjasäätöventtiilien esisäätöasennot, jotta venttiilien jälkeen kussakin linjassa olisi likimain sama paine-ero.
10. Tarkastetaan, ettei missään linjasäätö- tai patteriventtiilissä paine-ero ole niin suuri, että siitä aiheutuisi häiritsevää ääntä.
11. Selvitetään kattilahuoneen tai lämmönjakokeskuksen laitteiden painehäviöt.
12. Lasketaan verkoston pisimmän kierron kokonaispaine-ero.
13. Valitaan säätöventtiili verkostoon siten, että sen painehäviö mitoitusvesivirralla täysin auki asennossa on vähintään yhtä suuri kuin edellä laskettu kattilapiirin kokonaispainehäviö.
14. Lasketaan säätöventtiilillä varustetun verkoston kokonaispainehäviö.
15. Valitaan verkoston pumppu tilavuusvirran ja kokonaispaine-eron avulla.
16. Arvioidaan pumpun tarvitsema sähköteho. (10)

## 7 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN PAISUNTA JA VAROLAITTEIDEN MITOITUS

### 7.1 Varusteet

Suljetun verkoston kalvopaisunta-astian, varoventtiilin, kiehuntaputken ja ulospuhallusputken mitoitus, jonka lämpötila on enintään 120 °C. Vesikeskuslämmityslaitoksen kattilat ja varusteet kuuluvat paineastioista annettujen määräysten alaisuuteen. Kaaviollinen esitys varusteiden sijainnista lämmitysverkossa. (11)



Kuva 16. Lämmitysverkoston varusteet ja sijainnit (11)

## 7.2 Kalvopaisunta-astia

Kalvopaisunta-astia on jaettu kalvolla kahteen osaan, joista toinen on täytetty kaasulla (typpi) ja toinen verkoston nesteellä. Paisunta-astiassa oleva kaasu puristuu koon, kun verkostossa oleva neste lämmitessään laajenee taulukko 2.

Taulukko 2. Veden laajentuminen lämpötilan nousuun nähden (12)

Lämpötilan muutos (°C)	vesi (%)
10	0,04
30	0,4
50	1,2
70	2,3
90	3,6

Laskentakaava kalvopaisunta säiliön tilavuudelle: (Kaavat 1 ja 2)

$$V = V_L * \% / H \quad (1)$$

$$H = (p_v - p_s) / (p_v + 1) \quad (2)$$

$V$  = paisuntasäiliön nimellistilavuus (dm<sup>3</sup>)

$V_L$  = laitoksen nestetilavuus (dm<sup>3</sup>)

$\%$  = nesteen laajeneminen sadasosina (1% = 0,01)

$H$  = paisuntasäiliön hyötysuhde

$p_v$  = varoventtiilin avautumispaine (bar)

$p_s$  = paisuntasäiliön esipaine (bar)

Säiliön esipaineen tulee olla 30-50kPa suurempi kuin järjestelmän staattinen paine eli laitoksen ylimmän vesipinnan ja paisunta-astian välinen pystysuora korkeus.

10m = 100kPa = 1bar

Kaukolämmön paisunnan laskenta-arvo oltava 2-2,5 %.

SFS-EN 12828 mukaan astian tilavuuteen tulee varata 0,5 % verkoston vesitilavuudesta varsinaisen paisuntatilavuuden lisäksi. Yleensä voidaan käyttää 2,5 % normaallilaitoksissa. (12)

### 7.3 Varoventtiilin mitoitus

Varoventtiilit valitaan avautumispaineen ja tarvittavan ulospuhallustehon mukaan. Avautumispaine valitaan paisunta-astian esipainetta suuremmaksi ja korkeintaan yhtä suureksi kuin laitoksen korkein sallittu käyttöpainetai hivenen pienemmäksi.

Ulospuhallusteho lasketaan (Kaava 3).

$$G = 3600 * K * \emptyset / H \quad (3)$$

missä

G = ulospuhallusteho kg/h (höyryä)

$\emptyset$  = kattilan teho kW

K = varmuuskerroin 1,5...2,0

H = veden höyrystymislämpö 120 °C = 20202 kJ/kg

Kaukolämmön lämmönjakokeskukseen kuuluvan varoventtiilin koko määräytyy taulukon 3 mukaan.

Taulukko 3. Lämmönsiirrintehot ja varoventtiilivastaavuus (11)

Lämmönsiirtimeen teho kW	Varoventtiili DN
< 200	15
200...800	20
>800	25

Toiminnan varmistamiseksi on suositeltavaa käyttää aina vähintään kahta varoventtiiliä, joiden kummankin ulospuhallusteho yksinään vastaa tarvittavaa ulospuhallustehoa. (11)

#### 7.4 Kiehuntaputken mitoitus

Varoventtiilien ja kattilan välinen putki eli kiehuntaputki mitoitetaan kattilan tehon mukaan. Laskentaohje ja taulukot löytyvät LVI 11-10472 Paisuntajärjestelmän valinta ja mitoitus ohjeesta.

120kW tehoisen tai alle olevan nestekattilalaitoksen kiehuntaputki voidaan mitoittaa yksinkertaisti taulukon 4 mukaan: (11)

Taulukko 4. Kiehuntaputken vähimmäishalkaisijat suhteessa kattilatehoon (11)

Kattilan teho (kW)	0...30	30...120
kiehuntaputken vähimmäishalkaisija (mm)	20	25

#### 7.5 Ulospuhallusputki

Varoventtiilin ulospuhallusputki ei saa rajoittaa varoventtiilin ulospuhallustehoa. Ulospuhallusputki johdetaan viemäröintipisteeseen tai keräilysuppilon, että mahdollinen vuoto havaitaan. Isoissa laitoksissa putki johdetaan jopa ulos. Lattiakaivon ja viemäriputken lämpötilan kesto on otettava huomioon. (11)

## 8 SUUNNITTELUPROSESSIN HAASTEET

Pitää pystyä tarkistamaan aina uusimmat ja säännöksiin pohjautuvat lähtötiedot. Uusimpiinkin säädöksiin on muodostumassa poikkeuksia, jotka käytännön syistä ovat jäämässä voimaan. Kuten K1- kaukolämmön mitoitus meno- ja paluuvesien lämpötilojen osalta uudisrakentamisessa. Ohjeessa lämmityksen lämmönsiirtimet, radiaattorilämmitys suositus toisio puolen menoveden lämpötila 45 °C ja paluueden lämpötila 30 °C ovat käytännössä aina liian pieniä. Patterien koko kasvaa pituuden korkeuden ja paksuuden osalta niin suureksi, että eivät mahdu paikkoihin, jonne ne kuuluvat eli ikkunoiden alle. Tästä syystä tuli Kaukolämpö k1:een poikkeus, joka muuttui käytännössä pysyväksi käytännöksi uudet lämpötilat, jotka ovat meno/paluu 60 °C/30 °C. Lattialämmityksessä säännösten mukaiset lämpötilat meno/paluu 35 °C/30 °C riittävät, koska lattiaputkien lämpötila on suurimmillaan 27 °C. (3)

Rakennuksessa on paljon eri muuttujia, jotka vaikuttavat osaltaan myös lämmitystehontarpeeseen ja tämä taas vaikuttaa valittujen teknisten ratkaisujen ja laitteiden valintaan. Yksi tärkeistä on U-arvojen tarkastus, että ne ovat normien mukaisia ja viimeinen tieto tarkastettu rakennuslupapapereista. U-arvot vaikuttaa merkittävästi rakennuksen tehontarpeeseen ja sitä kautta lämmitysjärjestelmän mitoitukseen.

Arkkitehdin ja rakennuksen tilaajan tekemät muutokset ovat myös haasteellisia, koska tiedon pitäisi tulla LVI-suunnittelijalle. Näin ei aina ole, ja LVI-suunnittelijan pitää itse tarkastaa suunnitelmat, jotta ne olisivat uusimmat mahdolliset. Lähtötiedot ja suunnittelun aikana muuttuneet suunnitelmat tulevat otettua huomioon, jos suunnittelija ja tilaaja ovat tarpeeksi usein yhteydessä toisiinsa.

MagiCad ja AutoCad toimivat pääsääntöisesti hyvin yhteen ja yleensä ei ohjelmilla ole ollut työn valmiiksi saattamisessa suurta sisällöllistä merkitystä. Eri MagiCad versioilla tehtyä samaa projektiakin voi tehdä, jos versioilla ei ole kuin korkeintaa kahden version ero. Ohjelman päivityksistä informoidaan hyvin ja aina on myös saatavilla ohjelmalisenssin omistajille ilmainen uusien ominaisuuksien webbinaari. Perustai jatkokurssit ovat maksullisia.



## 9 LOPPUPÄÄTELMÄT

LVI-suunnittelun ja koko prosessin valmiiksi saattaminen on palkitsevinta, kun osapuolet ovat tietoisia säädöksistä, joita rakennusprojekti toteutuakseen tarvitsee. Muutosten ilmoittaminen taholta, joka ne on tehnyt, kaikille osapuolille, nopeuttaa ja tekee projektista virheettömän sekä laadukkaan. Tällä on myös positiiviset kustannusvaikutukset.

MagiCad ohjelma nopeuttaa ja tekee suunnitelmista tarvittaessa helposti ja nopeasti muutettavia. Virheiden määrä ja niiden pienempi vaikutus prosessiin on tietokoneavusteisen suunnittelun parhaimpia puolia. Myös putkistojen mitoitus on nopeampaa ja laadukkaampaa MagiCadillä kuin käsin suoritettu. Virheetön suunnittelu, sekä IFC-tietokantaan vietävien mallien tarkasteleminen eri suunnittelualojen välillä, estää törmäilyjä ja säästää kustannuksia. Kaikilla osapuolilla ei välttämättä tarvitse olla MagiCad ohjelmaa, kun tarkastellaan yhdessä luotua IFC-mallia.

LVI-suunnittelijan pitää päivittää ja ylläpitää osaamistaan eri keinoilla kuten ammatikirjallisuus, kurssit, tuotevalmistajien tietoisuus, netti-informaatio, työkaverit sekä työmailla käynnit. Paras lopputulos saavutetaan informatiivisella henkilöitä kannustavalla ja positiivisella asenteella, unohtamatta vankkaa ammattipätevyyttä.

## 10 KUVALUETTELO

Kuva 1. MagiCad Room aloitusvalikko (6) .....	13
Kuva 2. MagiCad Room Edit työkalupalkki (6) .....	13
Kuva 3. MagiCad Room huoneen asetukset (6).....	14
Kuva 4. Show Room Objects (6) .....	15
Kuva 5. Select template pohjakuvan valinta (8) .....	16
Kuva 6. Options files, polutat oikean pohjan oikeaan paikkaan. (8) .....	17
Kuva 7. Create project, saat lopullisesti kaikki valikot toimimaan (8).....	19
Kuva 8. Hyviä valintoja origolle voisivat olla rakennuksen kulma tai moduuliviivojen tietty leikkauspiste. (8) .....	20
Kuva 9. Heating & Cooling Pipe Options (8).....	22
Kuva 10. Radiator Selection (8).....	23
Kuva 11. Patterikytkentöjen eri vaihtoehtoja (8) .....	24
Kuva 12. Summation (9).....	25
Kuva 13. Sizing (9) .....	26
Kuva 14. Balancing (9) .....	26
Kuva 15. Bill of Materials (9).....	26
Kuva 16. Lämmitysverkoston varusteet ja sijainnit (11) .....	28

## LÄHDELUETTELO

1. **Seppänen, Olli ja Matti.** *Rakennuksen sisäilmasto ja LVI-tekniikka.* Espoo : SIY sisäilmastotieto Oy, Neljäs painos, ISBN 978-951-97186-5-1, 2007.
2. **Lehtonen, Martti.** *Lämmitys ja Ilmastointi.* Helsinki : Käyttökirjat Oy, ISBN 951-9081-13-5, 1975.
3. **Energiateollisuus ry.** *Rakennusten kaukolämmitys, Määräykset ja ohjeet.* Helsinki : Energiateollisuus ry, Fredrikinkatu 51-53 B, 00100 Helsinki, julkaisu K1/2013, Päivitetty 9.5.2014. ISBN 978-952-5615-42-5 (pdf).
4. **Ympäristöministeriö.** *D3-Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet 2012.* Helsinki : Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto, 2011.
5. —. *D5-Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta.* Helsinki : Ympäristöministeriö, rakennetun ympäristön osasto, 2012.
6. **Progman.** *MagiCAD Room ohje, peruskurssi.* Rauma : Progman Oy, 2013.4.
7. **Ympäristöministeriö.** *D2-Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2012.* Helsinki : Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto, 2011.
8. **Progman.** *MagiCAD HPV, peruskurssi.* Rauma : Progman Oy, 2010.11.
9. —. *MagiCAD HPV 2015.4 SR-1 OHJELMA.* Rauma : Progman Oy, 2015.4.
10. **Seppänen, Olli.** *Rakennusten Lämmitys.* Espoo : Suomen LVI-liitto ry, ISBN 951-98811-0-7, 2. päivitetty painos, 2001.
11. **Rakennustieto oy.** *Paisuntajärjestelmän valinta ja mitoitus.* Helsinki : Rakennustietosäätiö RTS 2011, maaliskuu 2011. LVI 11-10472.
12. **Suomen Kalenterit Oy.** *LVI Kalenteri 2016.* Helsinki : Suomen Kalenterit Oy, Mekaanikonkatu 3 B, 00880 Helsinki, p.(09) 222 3700, 2016.

## HUOLTO JA KUNNOSSAPITO

Patteriverkoston säätö on yksinkertaisen kaunista

# 21,4 astetta eikä lorise

Sisäilmaston tunnetuin suure on lämpötila, totesi professori Olli Seppänen

Sisäilmasto ja tuottavuus -luennossaan vuonna 2005. Sitä sanomaa toteuttavat Suomen Lämpösuunnittelun ammattilaiset suunnittelemalla patteriverkoston säätöjä ja lämmönjakokeskusten remonteja.

– Simppeliä, mutta matemaattisesti mielenkiintoista ja asumisviihtyvyydelle ratkaisevaa, sanovat Jarmo Väisänen ja Mika Renholm.

TEKSTI JA KUVAT JAANA AHTI-VIRTANEN

**S**uomen Lämpösuunnittelun Jarmo Väisänen ja Mika Renholm tekevät kiinteistön patteriverkoston säätösuunnitelmia ja kaukolämpölaitteiden suunnittelua. Osaaminen näkyy 2500 kiinteistössä pääkaupunkiseudulla ja muutamissa suurten asiakkaiden kohteissa Keski-Suomea myöten.

Asiakas ottaa yleensä yhteyttä, kun kiinteistössä on lämpötilaongelmia tai vanha kaukolämpölaitteisto on sanomassa sopimustaan irti.

– Ongelmien ratkaisu on patteriverkoston perussäätö, vanhojen patteriventtiilien ja linjasäätöventtiilien vaihto sekä paine-erosäätöisen lämpöjohtopumpun ja ilmanpoistokoneen asennus, sanoo Väisänen.

– Patteriventtiilien vaihdon kanssa odotetaan usein liian pitkään, ja ne alkavat vuotaa. Vakuutusyhtiöt eivät välttämättä korvaa vuodon aiheuttamia vaurioita, jos järjestelmässä on ikivanhat venttiilit, Väisänen neuvoo.

Remontin aika on viimeistään silloin, kun yläkerroksissa hytistään, alakerroksissa paahdutaan ja yläkerroksien patterit lorisevat.

– Mennään paikan päälle ja normaalisti alle tunnissa selviää, mitä pitää tehdä. Selvitetään venttiilit ja asuntojen pattereiden kytkentätapa. Kellari kävellään päästä päähän ja tehdään lämmönjakuhuoneen katselmus, Väisänen kertoo. Sitten käydään lämpöjohtopiirustukset läpi, mutta jos niitä ei ole, on piirustukset tehtävä talossa paikan päällä.

– Patterin teho ja huoneen tehontarve määrittää patteriventtiilien virtaamat. Simppeliä, mutta matematiikka on mielenkiintoista; matemaattisesti on aina vain yksi lopputulos. Tiedossamme on kaksi kaavaa, joilla ratkaistaan se patterin vesivirtaama, jolla saadaan huone lämpenemään halutun mukaisesti, Jarmo Väisänen paljastaa.

Suomen Lämpösuunnittelussa patteriverkoston perussäädön laskentaan käytetään yrityksen kehittämää HBC-laskentaohjelmaa.

– Lämmitys on mielenkiintoista, sanoo Väisänen.

– Lämmitysverkostossa yksinkertaisuus on kaunista, Mika Renholm täydentää.

Suunnittelijat eivät halua puhua kohdallaan olevien säätöjen tuomasta energiansäästöstä.

$$P = P_n \left( \frac{(t_s - t_i) (t_r - t_i)}{(t_{sn} - t_{in}) (t_{rn} - t_{in})} \right)^{n/2}$$

▲ Kaunista ja yksinkertaista, tavoitteena tarvittava virtaama.

– Me emme voi suoraan vaikuttaa kiinteistön energiankulutukseen, koska taloyhtiö valitsee itse haluamansa sisälämpötilan. Mutta asumisviihtyvyyteen voimme vaikuttaa: saamme aikaan tasaisen lämpötilan eivätkä patteriventtiilit huuda, Väisänen sanoo.

Väisänen muistuttaa, että kansainvälisesti tunnustettu alan asiantuntija professori **Olli Seppänen** on sanonut, että sisäilmaston tunnetuin suure on lämpötila.

– Mikään lämpötila ei ole sellainen, että se tyydyttäisi kaikkia. Se on selvää, että 18 tai 25 astetta eivät ole mukavia. Meidän kohteissamme on tehty yli 10 000 sisälämpötilamittausta ja kerätty niihin liittyviä palautteita. Niiden perusteella 21,4 asteessa on pienin reklamaatio, ja alin sietoraja on 20,6 astetta, Väisänen ja Renholm kertovat.

### Luottourakoitsijat

Koko Suomen Lämpösuunnittelun perusajatus oli ottaa kokonaisvastuu suunnittelusta. Vastuu projektista säilyy suunnittelijoilla, vaikka asennustyö siirtyy urakoitsijan toteutettavaksi. Työaikaisesta valvonnasta vastaa SL Valvonta, mikä varmistaa suunnitelmien toteutumisen aiotunlaisina.

– Meiltä tulee suunnitelma, työselitys sekä yleensä myös tarjouspyynnöt urakoitsijalle, vaikka tarjoukset osoitetaan tilaajalle. Urakkaneuvottelut käydään yleensä kahden urakoitsijan kanssa. Tavoitteena on, että taloyhtiön intressit ja urakoitsijan mahdollisuudet kohtaavat, Jarmo Väisänen kertoo. Suunnittelijat edellyttävät osaamista urakoitsijoilta.

– Meillä on parikymmentä luottourakoitsijaa, joita koulutamme, sillä tämä on erikoistuneiden urakoitsijoiden työtä. Putkityön tekeminen on itsessään yksinkertaista, mutta se on

jäävuorenhuippu, josta asukas näkee vain patteriventtiilin ja termostaatin. Urakoitsijan pitää hallita prosessin eri osa-alueet kuten työjärjestys, verkoston täytöt ja sekä yhteistyö asukkaiden kanssa, sillä patteriventtiiliä tehdään ihmisten kodeissa. Väisänen korostaa.

Työn aikana kohteeseen tehdään 2 – 4 valvon-

huollosta vastaavan hallussa. Tämä on tärkeää, ettei patteriventtiilien esisäättöarvoja päästä muuttamaan, Jarmo Väisänen sanoo.

#### **Tuotekehityksessä mukana**

Lämpöverkoston säätö pysyy nykyään aiempaa paremmin kohdallaan.



takäyntiä. Verkoston tiiviys tarkistetaan ilmalla. Kun säätömittaukset ovat kohdallaan, kiinnitetään termostaatit.

Loppu- ja vastaanottotarkastuksien jälkeen laitetaan asukkaalle kysely tehdystä asennuksesta ja lämpötilasta. Kaikesta huolellisuudesta huolimatta lämpötilassa voi olla korjattavaa, koska inhimillisiä virheitä voi sattua.

– Esimerkiksi ulkolämpötilan anturi voi olla viallinen, ja silloin lämmityksen menoveden käyrä voi olla väärässä asennossa, Mika Renholm sanoo.

Patteriverkoston remontin jälkeen asukkaat saavat käyttöohjeet.

– Termostaattia saa vääntää, mutta patteriventtiileihin koskee vain asiantuntija, ei siskonmies. Esisäätöä ei muuteta ilman venttiiliavainta, joka on

– Kymmenen viime vuoden aikana tulleet kiertovesipumput ja ilmauskoneet ovat vieneet asiaa eteenpäin valtavasti, Väisänen kiittää.

Väisänen mukaan pumppuvalmistaja Kolmeks Oy:n paine-erosäädettävä pumppu syntyi yhteistyössä Suomen Lämpösuunnittelun kanssa. Myös Wilo Finland Oy:lle kehitettiin vastaava tuote.

Ennen pumppujen tuotekehitystä niiden pienimmätkin tuotot olivat tarpeettoman suuria, kun verkoston säädöt olivat kunnossa. Uusissa pumppuissa tuotto säädetään halutuksi, mikä näkyy sähkölaskussa.

– Pumppu on laite, joka on aina päällä. Pumppun sähkönkulutus on aiemmin ollut jopa 20 – 30 prosenttia kiinteistön koko sähkönkulutuksesta. Uusien pumppujen myötä pumppaustekniikan

▲ Patteriventtiiliä säätää vain ammattilainen.



## HUOLTO JA KUNNOSSAPITO



▲ Jarmo Väisänen

sähkönkulutus on romahtanut: kymmenessä vuodessa on otto-teho laskenut yhdestä kilowatista 30–50 wattiin eikä 40 000 kuution talossakaan päästä yli 100 watin ottotehoon kuin poikkeustapauksissa, Mika Renholm sanoo.

Väisänen mukaan pumppuvalmistajilla on nyt erinomaiset tuotteet: verkosto toimii, paine-erotasoa mitataan koko ajan ja se pysyy koko ajan vakiona virtaaman muutoksista huolimatta.

### Toimivan verkoston vesi on mustaa

Paine-eropumpun, ilmanpoistokoneen ja venttiilien lisäksi Jarmo Väisänen ja Mika Renholm eivät asentaisi lämpöverkoston muita laitteita, vaikka markkinoilla puhu-

taan veden epäpuhtauksien aiheuttamasta putkistojen ja venttiilien tukkeumavaarasta.

– Kohteissamme on 450 000 – 500 000 patteri-venttiiliä, eikä tukkeutumia ole havaittu käytännössä koskaan. Putkistossa ei ole roskaa tai sakkaa, joka tukkisi putkia, venttiileitä tai lämmönsiirtimiä. Lisälaitteita veden puhdistamiseksi ei tarvita, sanoo Väisänen.

– Joustava letkullitn päästää happea läpi, ja siitä muodostuu kerrosta, mutta silloinkin letkut tukkeutuvat, eivät putket, Renholm jatkaa.

Putkitukkeumien uhkaa hoidettiin 1980-luvulla veteen lisäävillä kemikaaleilla.

– Se oli trendi, jonka kemikaaleista osa on osoittautunut turmiolliseksi. Minun kohdalleni on osunut yksi lämmönsiirtimen tukkeuma, ja sen syynä oli

kemikaali, joka teki patteriverkoston vedestä siirappia, Renholm kertoo.

Jarmo Väisänen sanoo, että lämpöjohtoputkiston käyttöikä on tuntematon, jopa satoja vuosia.

– Kun kohteessamme on vaihdettu linjasäätö- ja palloventtiilit, on nähty, että putket ovat ihan sileitä, esimerkiksi Helsingin Lönnrotinkadulla olevassa yli satavuotiaassa rakennuksessa.

– Lämpöjohtoverkoston vedessä on magnetiittia. Sitä on vain noin sata grammaa tuhannessa litrassa vettä, ja se on niin hienojakoista, ettei sitä kädellä tunne, mutta se värjää veden ja käden mustaksi. Siitä on syntynyt mielikuva uhasta. Magnetiittia syntyy lämpöjohtoverkoston veteen. Silloin vesi on mustaa ja haisee pahalle, ja silloin kaikki on hyvin, Väisänen sanoo.

Suomen Lämpösuunnittelussa ei ymmärretä puheita ongelmaverkostoista.

– Missä niitä ongelmaverkostoja on? Meillä on pääkaupunkiseudulla asiakkaina 9,3 prosenttia kiinteistöistä, joissa on kaukolämpöliittymä. Se on valtava osuus, emmekä ole tavanneet verkostoveteen liittyviä ongelmia kemikaalien aiheuttamia yksittäistapauksia lukuun ottamatta. Erikoistapauksen ongelma on järkevä ratkaista erikseen. Ei niihin varautumiseen tarvita systemaattista lisälaitteasennusta, Väisänen sanoo tiukasti.

Mika Renholm sanoo, että verkoston tukkeutuminen on niin harvinaista, että ne muutamat tapaukset muistaa.

– Tukkeutumista 99 prosenttia on ollut tahallaan aiheutettuja. Verkostoon on päässyt kiviä, muovipurua ja vastaan on tullut jopa jättesäkkejä. Myös asennusaikaisia tulppauksia on joskus jätetty poistamatta. Ne ovat olleet esimerkiksi konkurssiin menneiden yritysten työntekijöiden tekemiä kepposia. •